UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

CENTRE DE RECHERCHE SUR LES TRANSPORTS

CASE POSTALE 6128, SUCCURSALE A, MONTRÉAL, QUÉBEC, H3C 3J7

MODÉLISATION DE L'ATTRACTION DES ROUTES EN TRANSPORT AÉRIEN

par

Sylvie Lavoie et François Soumis

Université de Montréal
Centre de recherche sur les transports - Publication #275
Novembre 1982

Dépôt légal - 2e trimestre 1983

RÉSUMÉ

Un problème en transport aérien est de prédire la circulation des passagers sur un réseau. Il devient donc intéressant de définir une mesure de l'attraction d'une route pour un usager. Une telle mesure aiderait à reproduire le comportement de l'usager faisant un choix parmi plusieurs routes d'une même origine-destination.

Ce rapport présente une revue de certains modèles mesurant l'attraction relative des différentes routes pour un usager désirant voyager d'une ville à une autre.

- - - - - - - - - - - - - - -

INTRODUCTION

La planification des opérations d'une compagnie aérienne consiste à déterminer les types d'avions, leur nombre et l'horaire à utiliser pour desservir les différents marchés. Ce travail de planification demande de considérer la circulation des avions mais aussi la circulation des passagers pour évaluer les revenus et la qualité du service offert.

Le traitement de la circulation des passagers amène à étudier l'attraction des vols offerts pour la clientèle. En général, un usager qui désire voyager d'une ville à une autre choisit la route qu'il va prendre en fonction de sa seule satisfaction. Il devient donc intéressant de définir une mesure de l'attraction d'une route pour un usager qui aiderait à reproduire le comportement de l'usager faisant un choix parmi plusieurs routes d'une même origine-destination.

L'attraction d'une route particulière pour un usager peut être influencée par un ensemble de facteurs comme l'heure de départ ou d'arrivée, la durée du voyage, la qualité du service, etc. Jusqu'à présent, des études ont été faites pour déterminer les facteurs les plus déterminants dans l'attraction d'une route et des modèles ont été développés pour mesurer l'attraction relative des différentes routes. L'attraction relative d'une route peut être définie comme une proportion représentant la part des usagers attirés par cette route ou d'une façon équivalente comme un coefficient de probabilité représentant la probabilité qu'un usager pris au hasard choisisse cette route.

Ce rapport a pour but de présenter une revue de certains de ces modèles. Les modèles s'y trouvent par ordre de complexité. Les premiers modèles présentés sont assez simples et facilitent une première approche avec la notion d'attraction. Les derniers modèles sont des modèles plus complexes, le nombre de facteurs considérés est plus grand.

Avant d'aller plus loin, précisons quelques mots de vocabulaire pertinents.

Vol : un vol est défini par l'itinéraire (Montréal-Chicago-Los Angeles), l'heure de départ et d'arrivée, le type d'avion utilisé.

Arc : une composante sans escale d'un vol. (Montréal-Chicago).

Horaire : l'ensemble des vols offerts par un transporteur aérien.

Marché : un groupe de passagers d'une origine-destination, voulant partir dans un même intervalle de temps.

Chaîne : un chemin d'une origine à une destination composé d'arcs n'appartenant pas nécessairement au même vol.

Route : les routes desservant un marché sont les chaînes que peuvent utiliser les passagers de ce marché.

Escale : une route avec escale est une route avec arrêt dans une ville mais pas de changement de vol.

Connexion : une route avec connexion est une route avec arrêt dans une ville où il s'effectue un changement de vol.

1. EDWARD G. DETZEL

Regardons d'abord une étude faite par Edward G. Detzel [1]. Cet auteur propose une formule particulièrement simple pour définir la probabilité qu'un usager choisisse une certaine route. Il suppose que deux routes seulement présentent une attraction pour un usager : la route dont l'heure de départ se trouve immédiatement avant l'heure de départ désirée par l'usager et la route dont l'heure de départ se trouve immédiatement après. Les seuls facteurs considérés sont l'heure de départ désirée par l'usager et l'heure de départ de ces deux routes.

La formule 1 donne la probabilité de choisir la route 1 (route immédiatement avant l'heure de départ désirée) pour l'usager désirant partir au temps t et la formule 2 donne la probabilité de choisir la route 2 (route immédiatement après l'heure de départ désirée) pour ce même usager.

$$p_1 = \frac{(t_2-t)}{(t_2-t_1)} \qquad (1)$$

$$p_2 = (1-p_1) = \frac{(t-t_1)}{(t_2-t_1)} \qquad (2)$$

où

t_1 = temps de départ de la route immédiatement avant l'heure de départ désirée

t_2 = temps de départ immédiatement après l'heure de départ désirée

t = temps de départ désiré par l'usager.

La plus grande qualité ou peut être le plus grand défaut de ce modèle, selon les besoins de l'utilisateur, est sûrement sa simplicité.

2. FRANÇCIS SOUMIS

François Soumis [2] a mené une étude pour prédire la répartition des passagers sur les routes, étant donné un ensemble de vols offerts par un transporteur aérien. Dans cette étude, il définit une mesure d'inattraction. L'inattraction d'une route pour un usager est fonction de l'heure de départ que désire celui-ci; elle s'exprime à l'aide de l'équation linéaire suivante:

$$I_q(t) = K_1T_1 + K_2T_2 + K_3T_3 \qquad (3)$$

où

$I_q(t)$ = désavantages de la route q pour l'usager désirant partir au temps t

t = temps de départ désiré par l'usager

t_q = temps de départ associé à la route 2

$$T_1 = \begin{cases} (t_q - t) \text{ si } t_q > t \\ 0 \text{ sinon} \end{cases}$$

$$T_2 = \begin{cases} (t - t_q) \text{ si } t > t_q \\ 0 \text{ sinon} \end{cases}$$

T_3 = temps ajouté au voyage par rapport à un vol direct

Les clients ne sont pas traités individuellement à partir de leur heure de départ désirée. Ils sont regroupés par intervalles de temps appelés marchés. Une origine-destination est divisée en autant de marchés qu'il y a de routes qui la desservent. Au $q^{ième}$ marché correspond en fait la $q^{ième}$ route et un intervalle de temps pour lequel l'inattraction de la route q, $(I_q(t))$ est minimum sur l'ensemble des routes possibles.
(Voir Fig. 1)

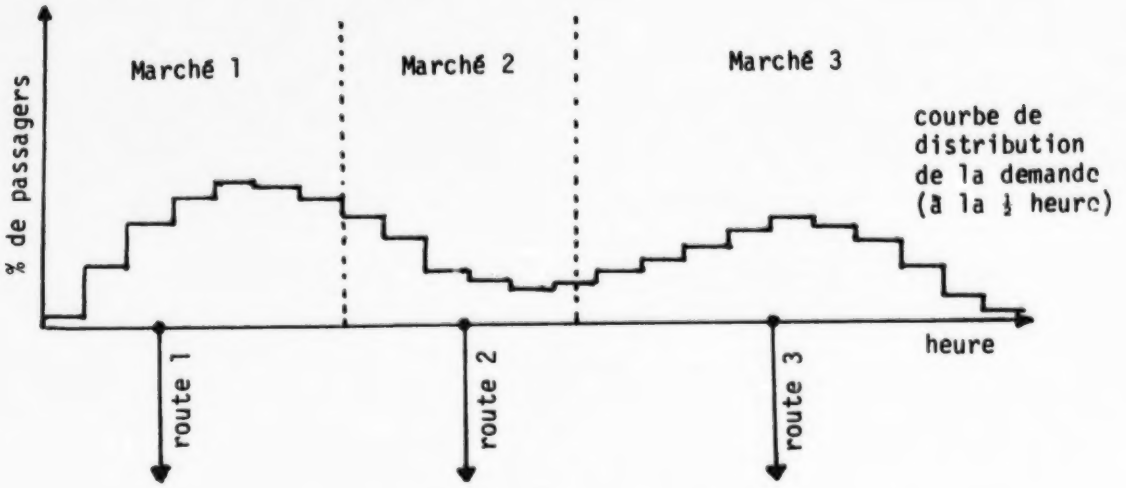

Figure 1 - Partage en marché des passagers d'une origine-destination

Une fois les marchés construits, l'auteur considère que seulement trois routes peuvent être utilisées par les usagers de chaque marché : la route correspondant au marché même, la route précédente et la route suivante dans le temps, tel que l'indique la figure 2.

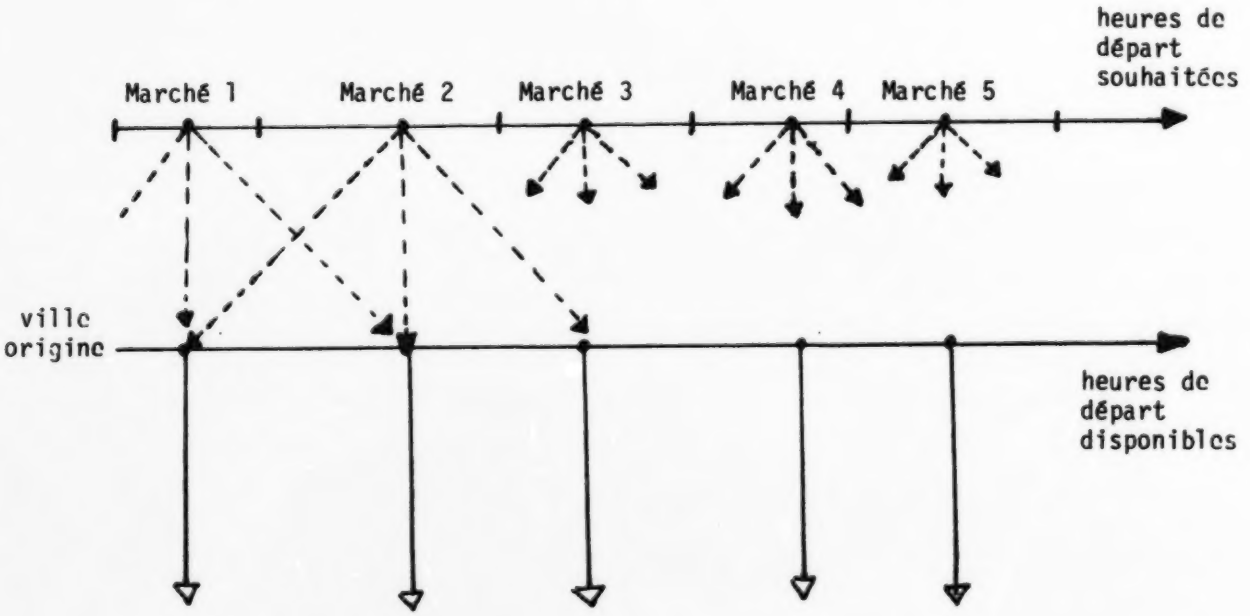

Figure 2 - Accès des passagers aux routes pour une origine-destination

Il définit ensuite le coefficient d'inattraction C_q d'une route q (une des trois routes du marché) pour les passagers d'un marché, en prenant la moyenne des inattractions pondérées par le nombre de passagers voulant partir à chaque demi-heure. Ce nombre de passagers est donné par une courbe de distribution de la demande en fonction de l'heure. Une telle courbe se trouve à la fig. 1

En supposant maintenant que les usagers d'un marché vont se distribuer sur les trois routes possibles en fonction des coefficients d'inattraction, on peut prolonger le développement de François Soumis et définir la proportion des usagers d'un marché qui choisissent chacune des trois routes en utilisant un modèle LOGIT:

$$A_q = \frac{(T_r - C_q)^{\alpha}}{\sum_{p \in Q_r} (T_r - C_p)^{\alpha}} \quad \text{avec} \quad T_r = \sum_{p \in Q_r} C_p \qquad (4)$$

où

- r : marché contenant la route q
- A_q : proportion des usagers du marché r qui choisissent la route q
- C_q : coefficient d'inattraction de la route q pour l'usager du marché r
- Q_r : ensemble des trois routes que peut choisir un usager du marché r
- α : paramètre à déterminer.

Le rôle du paramètre α dans la formule 4 est d'établir une relation plus exacte entre le terme T_r et l'attraction proprement dite. On utilise $(T_r - C_q)$ à la place de C_q pour obtenir une quantité qui augmente avec l'attraction d'une route. Il est facile de voir que si les désavantages d'une route sont petits, C_q prendra une petite valeur et alors le terme T_r prendra une grande valeur. Cependant, on ne peut affirmer que l'augmentation est linéaire.

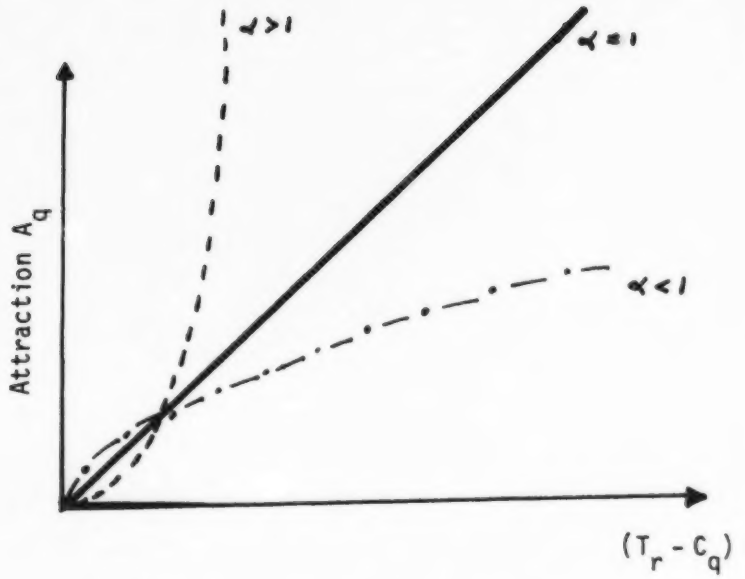

Figure 3 : Rôle du paramètre α

3. STEVEN E. ERIKSEN et NAWAL K. TANEJA

Intéressés à mesurer la qualité des horaires offerts pour les vols commerciaux, Eriksen et Taneja [3] ont été amenés eux aussi à définir l'inattraction d'une route.

Dans cette étude, la journée est séparée en intervalles fixes de une demi-heure et l'inattraction de la route i pour l'usager dans l'intervalle de temps j est donnée par la formule suivante :

$$TT_{ji} = |D_i - t_j| + (A_i - D_i) - Z + \gamma_i \qquad (5)$$

où

TT_{ji} : inconvénient en unité de temps de la route i pour l'usager dans l'intervalle de temps j

t_j : heure associée à l'intervalle de temps J_j (milieu de l'intervalle J_j)

D_i : heure de départ de la route i

A_i : heure d'arrivée de la route i

γ_i : facteur d'ajustement pour les arrêts sur la route i = 0.0 pour les vols directs ; = 0.5 pour les escales ; 1.0 pour les connexions

Z : nombre de changements de fuseaux horaires (positif si c'est de l'ouest à l'est et négatif si c'est de l'est à l'ouest).

Par rapport à la mesure d'inattraction définie à la section 2, on remarque deux nouveaux facteurs, Z et γ_i. Le facteur γ_i donne une plus grande importance à l'inconvénient dû aux arrêts (même si le facteur (A_i-D_i) qui représente la durée du vol est aussi fonction d'une certaine façon du nombre d'arrêts). Le facteur Z est un terme de correction pour tenir compte du décalage horaire sur le temps de voyage perçu en heure locale.

Comme à la section 2, il est possible d'utiliser la formule 5 pour définir les attractions relatives A_q pour un ensemble de routes. On ne refera pas le développement ici.

4. A. AURIGNAC et M. BENATTAR

Le problème de mise en place d'un horaire de transport qui réponde le plus possible aux souhaits de la clientèle ne se pose pas seulement en transport aérien, mais aussi en transport ferroviaire. Intéressés par ce problème, Aurignac et Benattar [4] ont développé un modèle pour déterminer la répartition théorique de la demande de voyage par chemin de fer pour un horaire donné.

Pour développer ce modèle, les auteurs ont défini des coefficients de probabilité $\tilde{X}_i$ donnant la probabilité qu'un usager choisisse de voyager sur le train i. Ces coefficients donnent donc l'attraction relative de chacun des trains. Voyons comment ces coefficients ont été définis.

Une fonction $T_i(t,\lambda)$ dite "temps généralisé" du train i est d'abord définie.

$$T_i(t,\lambda) = \Theta_i + \delta|t_i - t| + \frac{P_i}{\lambda} \qquad (6)$$

où

$T_i(t,\lambda)$: temps généralisé du train i pour l'usager désirant partir au temps t et ayant pour valeur du temps λ

t : temps de départ désiré par l'usager

t_i : temps de départ du train i

Θ_i : temps de trajet du train i

P_i : prix du billet dans le train i

λ : valeur du temps pour l'usager.

Plus le temps généralisé $T_i(t,\lambda)$ d'un train i est grand par rapport à celui des autres trains, moins l'usager aura intérêt à choisir ce train, donc $T_i(t,\lambda)$ mesure une sorte d'inattraction pour le train i.

A partir de $T_i(t,\lambda)$ est définie la fonction $U_i(t,\lambda)$ dite "l'utilité" du train i.

$$U_i(t,\lambda) = \left(\frac{1}{T_i(t,\lambda)}\right)^{\alpha} \qquad (7)$$

où

$U_i(t,\lambda)$: Utilité du train i pour l'usager désirant partir au temps t et de valeur du temps λ

α : paramètre à déterminer.

Pour une valeur fixe de λ, cette courbe décroît symétriquement sur l'axe du temps de chaque côté de l'instant de départ du train i. $U_i(t,\lambda)$ représente une certaine mesure d'attraction.

La probabilité de choisir un train i pour l'usager désirant partir au temps t et de valeur du temps λ est définie alors par le rapport de l'utilisé du train i à la somme des utilités de tous les trains. Cette probabilité est notée $X_i(t,\lambda)$.

$$X_i(t,\lambda) = \frac{U_i(t,\lambda)}{\sum_{k=1}^{n} U_k(t,\lambda)} \tag{8}$$

Par la suite, les auteurs divisent la journée en p intervalles disjoints $J_1 J_2 \ldots J_p$ appelés intervalles de référence[1], en posant l'hypothèse que les usagers souhaitant partir au cours de la période J_j veulent plutôt partir à l'instant t_j, milieu de J_j. En prenant une valeur du temps moyenne $\bar{\lambda}$ pour tous les usagers, on obtient l'équation qui définit la probabilité qu'un usager de l'intervalle J_j choisisse le train i, $\tilde{X}_i$.

$$\tilde{X}_i = \frac{U_i(t_j,\bar{\lambda})}{\sum_{k=1}^{n} U_k(t_j,\bar{\lambda})} \tag{9}$$

---

[1] Aucune attention n'a été portée ici sur le choix des intervalles de références contrairement à l'étude de François Soumis où le $r^{ième}$ intervalle construit est l'intervalle de temps pour lequel la $r^{ième}$ route est la plus attrayante.

Il est à remarquer que le modèle développé ici pour définir l'attraction relative de chacun des trains ($\tilde{X}_i$) pourrait être facilement adaptable au transport aérien qui nous intéresse plus particulièrement.

5. GILLES GAGNON (AIR CANADA)

Revenons maintenant du côté du transport aérien avec des études menées à Air Canada. Dans un premier rapport, publié à Air Canada, Gilles Gagnon [5] définit pour chaque route un intervalle de temps où cette route est la plus attrayante parmi l'ensemble des routes[2]. Il estime que l'attraction de la route 1 se termine (ou que l'attraction de la route 2 commence) au temps :

$$d_1 + \frac{a^2}{a+d} \tag{10}$$

où

d : intervalle de temps entre deux départs adjacents = (d_2-d_1)

a : intervalle de temps entre deux arrivées adjacentes = (a_2-a_1)

ou sous une forme plus générale

$$d_1 + \frac{a^{\alpha} \cdot d^{\beta}}{(a+d)} \tag{11}$$

où α et β sont prédéterminés et $\alpha+\beta=2$.

Dans un rapport publié subséquemment à Air Canada [6], une toute nouvelle approche a été utilisée. Deux formulations sont proposées pour modéliser l'attraction d'une route pour un usager: une formulation exponentielle et une formulation hyperbolique.

---

[2] Les intervalles de temps construits ici correspondent un peu à la notion de marché développée par François Soumis (Section 2). Dans les deux cas, on cherche à déterminer un intervalle de temps pour lequel une route est la plus attrayante.

A) Formulation exponentielle :

$$F_p(t) = ACN_p \cdot e^{-[\,S_p^{\beta} \cdot |t_p - t|\,]} \qquad (12)$$

où

$F_p(t)$: attraction de la route p pour l'usager désirant partir au temps t

ACN_p : facteur relatif à l'avion pour la route p

S_p : durée de vol relative pour la route p

t_p : temps de départ pour la route p

t : temps de départ désiré par l'usager

α, β : paramètres à être évalués.

La variable ACN_p tient compte du type de l'avion et du nombre d'escales ou connexions pour la route p.

b) Formulation hyperbolique :

$$F_p(t) = \frac{ACN_p}{S_p^{\beta} |t_p - t|^{\alpha}} \qquad (13)$$

où les variables sont définies comme précédemment.

Avec la formulation exponentielle, on remarque que $F_p(t)$ tend vers ACN_p lorsque t s'approche de t_p, tandis qu'avec la formulation hyperbolique, $F_p(t)$ tend vers l'infini. Pour corriger cette situation, dans la formulation hyperbolique, une variable additionnelle représentant le niveau maximum d'attraction, est obtenue en définissant une valeur minimum pour $|t_p - t|$ i.e.

$$0.0 < \min |t_p - t| < x \quad .$$

Au niveau des variables, si on compare ces deux modèles avec les modèles présentés précédemment, on remarque que deux nouveaux facteurs sont considérés : le type de l'avion et le nombre d'escales ou connexions.

6. GORDON C. SHAW

L'étude de Shaw [7] sur l'interaction entre l'horaire et la demande des passagers sur chaque route est un peu spéciale. Il présente une procédure de simulation pour prédire le nombre de passagers sur chaque route, dans laquelle il définit deux étapes de décision pour l'usager qui choisit une route.

Dans une première étape, l'usager qui désire voyager, fait un choix parmi deux routes car deux routes seulement sont considérées comme attrayantes : la route dont l'heure de départ se trouve immédiatement avant l'heure de départ désirée par l'usager et la route dont l'heure de départ se trouve immédiatement après. Le choix de l'usager est simulé à partir des probabilités suivantes :

$$P_p(t) = \frac{(t_f - t)^{\alpha} S_f^{\beta}}{(t - t_p)^{\alpha} S_p^{\beta} + (t_f - t)^{\alpha} S_f^{\beta}} \tag{14}$$

$$P_f(t) = 1 - P_p \tag{15}$$

où

$P_p(t)$: probabilité que l'usager désirant partir au temps t préfère la route p

$P_f(t)$: probabilité que l'usager désirant partir au temps t préfère la route f

t_p : heure de départ de la route qui se trouve immédiatement avant l'heure t. Cette route est notée p.

t_f : heure de départ de la route qui se trouve immédiatement après l'heure t. Cette route est notée f

S_p et S_f : durées de vol respectives pour les routes p et f

α, β : paramètres à déterminer.

Ces probabilités représentent l'attraction relative des deux routes par rapport aux facteurs : heure de départ et durée de vol pour chacune des routes. Les valeurs suggérées par l'auteur pour les paramètres α et β sont $\alpha = \beta = 2$.

Dans la deuxième étape, l'usager décide s'il accepte le désavantage en temps $T = |t-t^*|$ pour utiliser la route préférée (route choisie à l'étape précédente), où t^* est l'heure de départ de cette route. La décision de l'usager est simulée à partir de Q(T) définie comme la probabilité qu'un usager choisi au hasard accepte d'avancer ou de retarder son voyage du temps $T = |t-t^*|$, pour utiliser sa route préférée. Pour représenter Q(T), l'auteur suggère la distribution d'Erlang.

$$Q_k(T) = \exp\left(\frac{-CT}{V_k}\right) \sum_{x=1}^{C-1} \left(\frac{CT}{V_k}\right)^x \frac{1}{x!} \qquad (16)$$

où

k : indice d'une origine-destination

V_k : valeur moyenne acceptable pour T

C : paramètre spécifiant la variance de T.

L'allure de cette courbe est donnée à la figure 4.

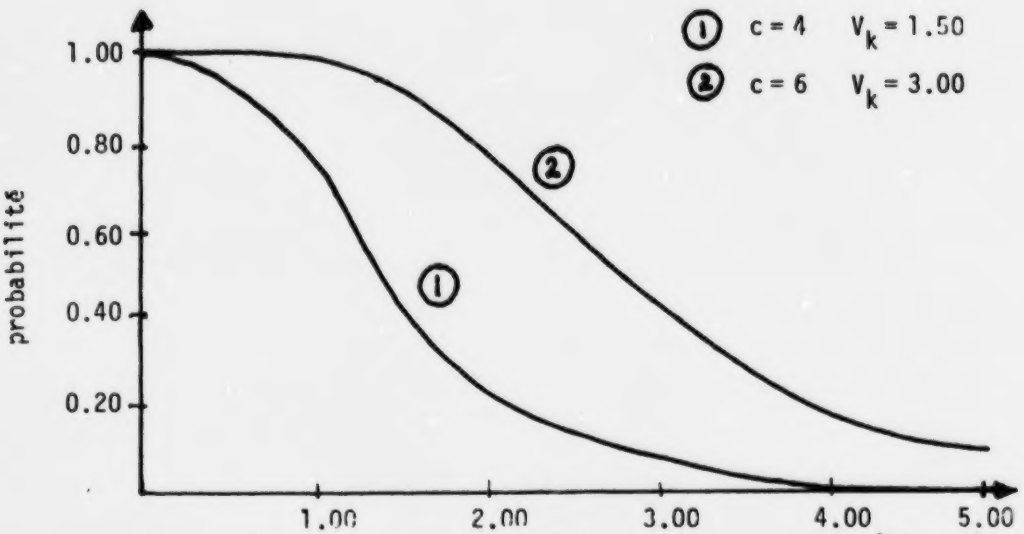

Figure 4 : Fonction $Q_k(T)$

Cette fonction $Q_k(T)$ peut être vue comme un coefficient d'attraction, attraction mesurée par rapport au facteur heure de départ seulement. Pour chaque route, $Q_k(T)$ prend une valeur différente et plus la route sera attrayante par rapport à l'heure de départ, (i.e. $|t-t_q|$ sera petit) plus $Q_k(T)$ prendra une grande valeur.

7. DOUGLAS AIRCRAFT

Le modèle discuté maintenant est le modèle développé par Douglas Aircraft [8]. Ce modèle diffère des précédents parce qu'il estime le nombre de passagers voyageant sur une route plutôt que le nombre de passagers désirant voyager sur une route, en tenant compte de la capacité des avions. En raison de cela, nous avons éliminé dans ce modèle, le terme relié à la capacité pour obtenir le modèle de Douglas modifié[3] :

$$W_r = \prod_{i=1}^{7} M_r(i) \qquad (17)$$

[3] Une autre modification de ce modèle pourrait être d'éliminer les multiplicateurs $M_r(2)$ et $M_r(6)$ pour considérer l'attraction sur un intervalle de temps plus restreint, une journée par exemple. Les modèles précédents ont été construits sur un intervalle de temps plus limité.

où

W_r : proportion des usagers qui choisissent la route r

$M_r(1)$: une fonction de la durée du voyage (ou alternativement du nombre d'arrêts)

$M_r(2)$: fréquence (nombre de jours par semaine que le vol a lieu)

$M_r(4)$: facteur de préférence pour l'avion

$M_r(5)$: préférence pour l'heure de départ

$M_r(6)$: jour de la semaine préféré

$M_r(7)$: tarifs spéciaux

Des formes sont proposées pour les multiplicateurs $M_r(1)$ et $M_r(5)$

$M_r(1)$: durée du voyage (arrêts)

Deux formes sont présentées pour le multiplicateur $M_r(1)$, une fonction de la durée du voyage ou encore une fonction du nombre d'arrêts.

Si la durée du voyage est utilisée, alors

$$M_r(1) = \frac{1}{(\text{temps de durée})^{XK(i,j)}} \tag{18}$$

L'exposant XK est une fonction de l'origine-destination (i,j). Cet exposant agit en tant que valve sur le poids relatif entre les vols. Plus la valeur de XK est grande, plus le poids donné à une différence de durée entre deux routes est grand.

Si on désire utiliser le nombre d'arrêts comme critère pour le calcul de $M_r(1)$ alors :

$$M_r(1) = STOPF_k^{ij} \tag{19}$$

où

STOPF = Paramètre d'entrée qui dépend de l'origine-destination et du nombre d'arrêts $\quad 0 \leq STOPF_k^{ij} \leq 1$

(i,j) = origine-destination

k = nombre d'arrêts

$M_r(5)$: préférence pour l'heure de départ

Ce multiplicateur assigne une préférence au temps de départ de la route r. Ces facteurs de préférence sont des données d'entrée mises sous forme d'histogramme pour chaque demi-heure (voir Fig. 5). La forme proposée pour $M_r(5)$ est :

$$M_r(5) = TODW_{ij}(t) \tag{19}$$

où

$TODW_{ij}(t)$ = valeur donnée au temps t par l'histogramme associé à l'origine-destination (i,j)

t = temps de départ désiré.

Pour une autre formulation du multiplicateur $M_r(5)$, consulter la référence [6].

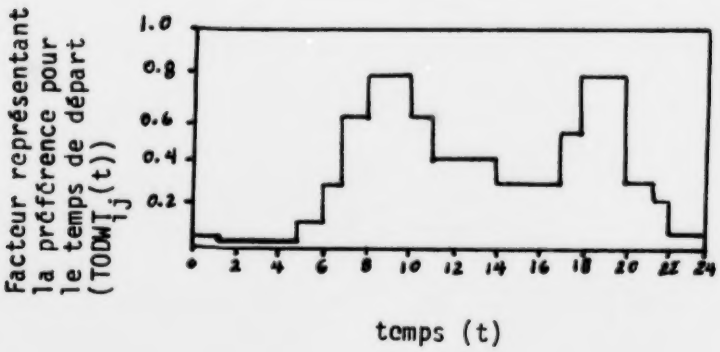

Figure 5 : Histogramme du temps de départ préféré pour une origine-destination (i,j)

Et la proportion des usagers qui choisissent la route r est définie comme suit :

$$W_r^1 = \frac{W_r}{\sum_{i=1}^{n} W_i} \qquad (20)$$

8. BOEING

Le dernier modèle considéré dans ce rapport a été développé par Boeing [9,10]. La particularité de ce modèle est l'idée de considérer deux classes d'usagers en posant deux hypothèses de comportement : le premier type d'usager tient compte uniquement de l'horaire (heure de départ et d'arrivée, fréquence des vols) pour choisir la route sur laquelle il voyagera, tandis que le second type d'usager est influencé dans son choix par l'horaire, mais aussi par plusieurs autres facteurs.

La forme générale du modèle est la suivante :

$$P_r = (1-c)\frac{F_r S_r T_r P_r A_r}{\sum_i F_i S_i T_i P_i A_i} + c\,\frac{F_r S_r T_r}{\sum_i F_i S_i T_i} \qquad (21)$$

où

P_r : proportion des usagers qui désirent voyager sur la route r

C : fraction de la demande qui est sensible seulement à l'horaire (heure de départ, durée de vol).

S_r : facteur d'arrêts (relatif au nombre d'escales et connexions)

T_r : facteur de préférence pour l'heure de départ

P_r : facteur d'environnement du vol (apparence, confort, service)

A_r : facteur de préférence pour le type d'avion

F_r : fréquence de vol.

Boeing [7] a fait une brève analyse pour montrer l'importance de séparer les usagers en deux classes et de considérer l'attraction différemment pour chacune de ces classes. Il a été remarqué que la proportion des voyageurs sensibles seulement à l'horaire décroît avec la distance entre l'origine et la destination (et de la durée du vol car la durée du vol dépend en grande partie de la distance entre l'origine et la destination).

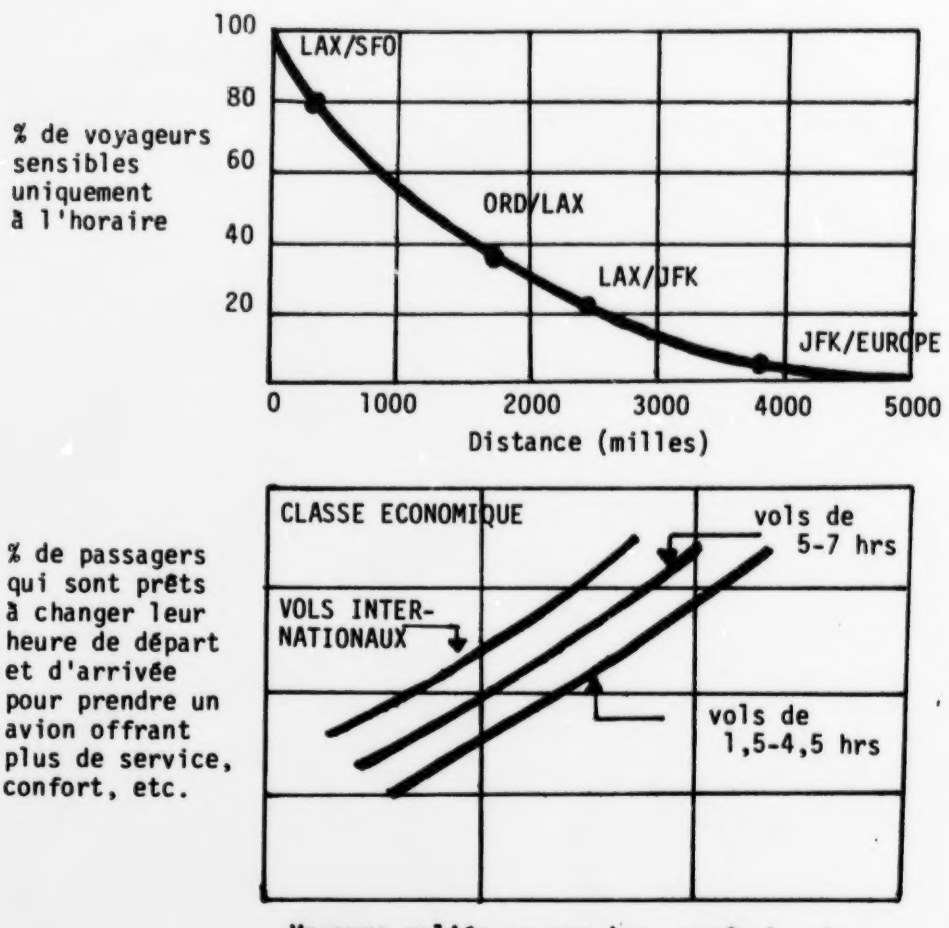

Figure 6: Analyse de sensibilité des voyageurs à l'horaire et au niveau de service

De plus, Boeing [8] suggère des valeurs pour la variable C (fraction de la demande qui est sensible uniquement à l'horaire) en fonction de la distance O-D en milles.

(miles) Distance entre O-D	0	400	800	1500	3000	4500
Valeurs de la variable C	1	.75	.59	.38	.14	.02

Et suggère les valeurs suivantes pour la variable S_r en fonction du nombre d'arrêts :

Nombre d'arrêts	0	1	2	3	4	5	6	7
Valeurs de la variable S_r	1	.5	.25	.167	.125	.1	.083	.071

DISCUSSION

A partir de ces études sur la notion d'attraction, on peut distinguer les facteurs les plus déterminants pour un usager qui choisit une route pour voyager entre deux villes :

1) heure de départ ou d'arrivée préférée
2) durée du voyage sur la route
3) nombre total d'escales ou connexions sur la route
4) type d'avion (grosseur, confort...)
5) service offert aux passagers
6) tarifs spéciaux.

De plus, il est intéressant de retenir l'idée de considérer deux types de comportement de l'usager pour la construction d'un modèle: un type d'usager qui choisit une route seulement en fonction des contraintes de temps (facteurs (1), (2), (3)) et un type d'usager qui est influencé par tous les facteurs.

Regardons maintenant la forme des modèles proposés. Dans ce rapport, on peut reconnaitre principalement deux types de modèles: les modèles dits additifs (comme les modèles de Soumis, Eriksen et Taneja) et ceux dits multiplicatifs (comme les modèles de Shaw, Douglas, Boing). Ces deux types de modèles se distinguent principalement par l'importance qu'ils attribuent aux facteurs prenant des valeurs extrêmes. Une route qui présente un très grand désavantage en regard d'un des facteurs aura une très petite attraction avec le modèle multiplicatif car avec ce type de modèle les effets se multiplient. Si un des termes tend vers zéro, l'attraction elle aussi tendra vers zéro. Le modèle additif, lui, ne présente pas ce comportement. Un projet pour l'avenir pourrait être de développer un modèle à la fois multiplicatif et additif en revoyant au préalable le type d'effet qu'on veut obtenir des différents facteurs pour le choix des termes additifs et multiplicatifs.

RÉFÉRENCES

[1] DETZEL, Edward G. Jr. A Simulation of Airline Market Shares as a Function of Scheduling. Thesis submitted to Graduate School, Evanston, Illinois, U.S.A., juin 1971.

[2] SOUMIS, François, Planification d'une flotte d'avions, Publication #318, Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal, décembre 1978.

[3] ERIKSEN, Steven E. et TANEJA, Nawal K., Evaluation of scheduled Air passenger service in domestic markets, Journal of Aircraft, Vol. 17, No. 1, janvier 1980.

[4] AURIGNAC, A. et BENATTAR, M., Modèle d'affectation de la demande journalière dans une grille de trains, Les Cahiers Scientifiques de la Revue Transports, No 5, 2e semestre 1981.

[5] GAGNON, Gilles, A Model for Flowing Passengers over Airlines Networks, Proceedings of the Seventh AGIFORS Symposium, octobre 1967.

[6] PASLOC development, Project 118, Operational research department, Air Canada.

[7] SHAW, Gordon C. The Schedule - Its Effect on Passenger Volumes, Proceedings of the Eight AGIRORS Symposium, 1968.

[8] Airline Schedule Planning and Evaluation Model - User's Guide. Report No. C1-806-2879R, Commercial Operations Research, Douglas Aircraft, octobre 1975.

[9] Market Share. A Method for Estimating the Future of Consequences of Airline Competitive Strategy Options. Sales Technology, Boeing Commercial Airplane Company, Seattle, Washington, U.S.A., octobre 1976

[10] WONG, Y. and BIRCH, W., Boeing Aircraft Selective and Evaluation System. User's Guide, Boeing Company, décembre 1978.